УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ ШКАЛА – ЧАСТОТОМЕР

Григорий Ганичев (Москва)

В статье описывается новая разработка компании Мастер Кит – универсальная цифровая шкала – частотомер. Устройство многофункционально и позволяет на своей базе организовать небольшой измерительный комплекс. Устройство обладает небольшими размерами, широким диапазоном питающих напряжений, имеет малое потребление тока, высокие эксплуатационные характеристики, малую стоимость и доступно для повторения в домашних условиях. Собрать цифровую шкалу – частотомер можно из набора NM8051.

В базовой комплектации прибор способен измерять частоту до 1,5 МГц, (с дополнительным активным щупом **NM8051/1** верхний предел измерений достигает 1,3 ГГц). Совместно с блоком **NM8051/3** частотомер **NM8051** может измерять резонансную частоту звукоизлучающих головок. Описание этих устройств будет приведено в последующих номерах журнала.

На базе устройства можно сделать цифровую шкалу для радиостанции или радиоприемника, поскольку прибор позволяет вводить поправочный коэффициент для суммирования/вычитания с текущими показаниями, например, для учета значения промежуточной частоты и т.п.

На практике, почти каждый радиолюбитель или ремонтник рано или поздно сталкивается с проблемой использования, а в дальнейшем приобретения цифровой шкалы – частотомера. Такое устройство заводского производства, как практически все радиотехнические измерительные приборы, имеет достаточно высокую цену и часто бывает не по карману простому обывателю. Сразу возникает вопрос, а нельзя ли самостоятельно изготовить подобный прибор с не худшими характеристиками? Тем более, доступная современная элементная база имеет достаточно широкую номенклатуру и невысокую стоимость. Ответ на вопрос очевиден – конечно можно!

Поэтому, перед специалистами Мастер Кит была поставлена и успешно решена задача по разработке такого частотомера, обладающего отличными характеристиками и невысокой стоимостью.

Система построена на базе современного быстродействующего микроконтроллера фирмы Atmel с RISC архитектурой. Отличительной особенностью частотомера является автоматически изменяемое время счета. При быстрой перестройке частоты время счета составляет 0,1 с (прибор отображает информацию с частотой 1 раз в 0,1 с с точностью 10 Гц), а при фиксации измеряемой частоты – 1 с (прибор отображает информацию с частотой 1 раз в 1 с с точностью 1 Гц). Подобный алгоритм работы повышает наглядность и удобство снятия показаний при настройке радиосистем различного класса сложности.

Устройство можно использовать как цифровую шкалу для гетеродинных структур (радиостанция, радиоприемник и т.д.). Для этого в частотомере предусмотрена возможность суммирования/вычитания с показаниями прибора изменяемой числовой константы. Константа и ее знак вводится при помощи клавиш управления и сохраняется в энергонезависимой памяти микроконтроллера.

В базовой конфигурации устройство позволяет измерять частоты до 1,5 МГц амплитудой не менее 150…200 мВ. Однако при помощи выносных щупов-делителей диапазон измеряемых частот можно увеличить до 1,3 ГГц (с активным щупом **NM8051/1**, при коэффициенте деления – 1000). В этом случае показания частотомера необходимо умножать на коэффициент деления.

Таблица 1. *Технические характеристики*

Характеристика	Значение
Напряжение питания Uп, В	9…25
Ток потребления, мА	100
Точность при времени счета 0,1 с Точность при времени счета 1 с	10 Гц 1 Гц
Максимальная измеряемая частота (без внешнего делителя), Гц	1 500 000
Входная чувствительность, В	0,2
Макс. число индицируемых цифр	8
Макс. значение константы суммирования/вычитания с показаниями	9 999 999
Размеры печатной платы, мм	84×42

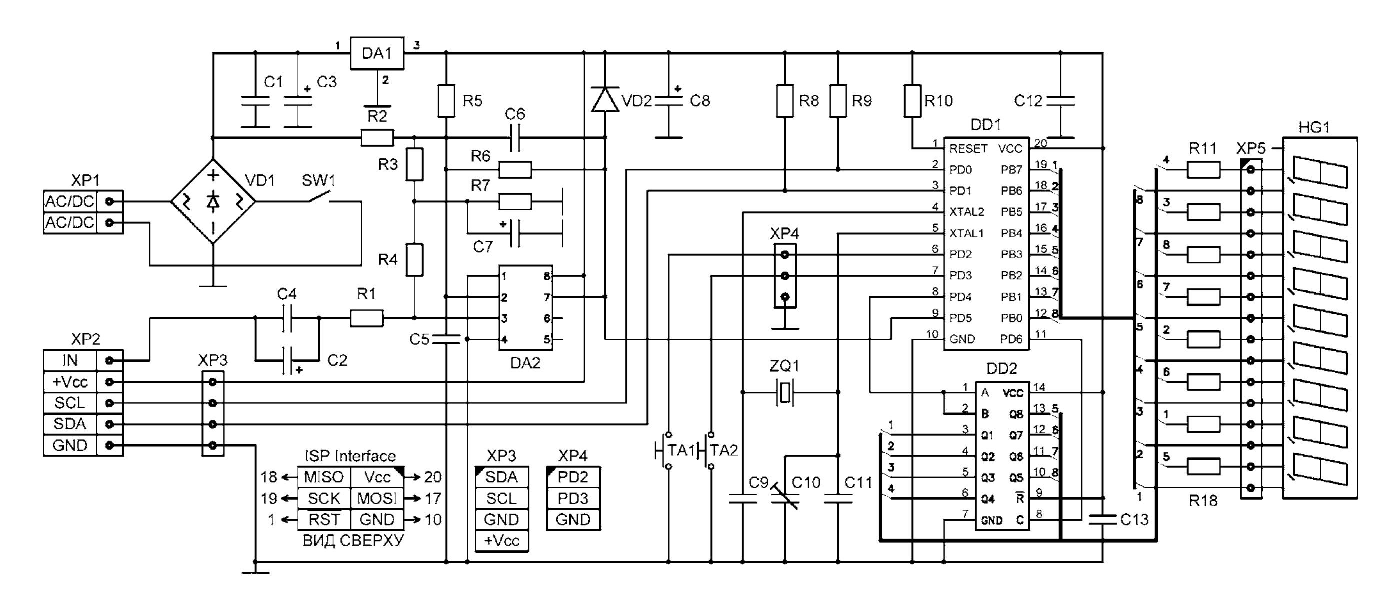


Рис. 1. Принципиальная схема цифровой шкалы – частотомера

Обновленное и доработанное программное обеспечение можно найти на сайте www.masterkit.ru. Заменить ПО в микроконтроллере можно при помощи программатора, собранного из набора **NM9211**.

Технические характеристики частотомера представлены в табл. 1.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Принципиальная электрическая схема цифровой шкалы – частотомера показана на рис. 1. Разводка разъема XP2 представлена в табл. 2, а перечень элементов – в табл. 3.

Цифровая шкала-частотомер выполнена на основе микроконтроллера AT90S2313 фирмы Atmel (DD1) с прошитым программным обеспечением обработки сигналов управления и индикации, 8-ми разрядного сдвигового регистра 74HC164 (аналог ИР8) (DD2), выполняющего роль расширителя портов микроконтроллера, входного компаратора выполненного на ИМС LM311 (DA2) и цепи питания микросхем/индикатора (C1, C3, C12, C13, VD1, DA1).

Диодный мост VD1 защищает схему от возможной переполюсовки проводов при подключении источника питания, и в тоже время может работать как выпрямитель при питании устройства напрямую от силового трансформатора. Переменным конденсатором C10 осуществляется точная настройка частотомера по эталонному генератору. Напряжение питания подключается к разъему XP1. Внешние щупы и дополнительные устройства подключаются к интерфейсному разъему XP2, согласно табл. 2. Разъем XP3 дублирует XP2. Разъем XP4 зарезервирован для работы с ПО последующих версий прошивки и дублирует кнопки TA1 и TA2. Разъем XP5 предназначен для подключения светодиодного индикатора АЛС-318А.

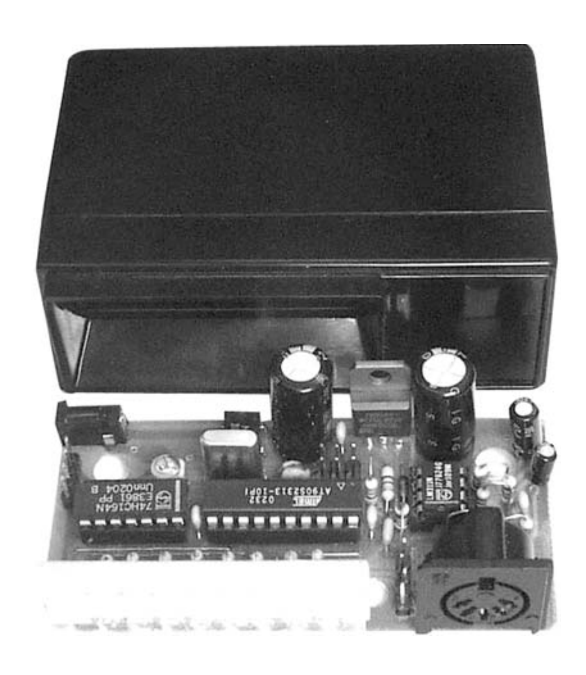


Рис. 2. Внешний вид цифровой шкалы – частотомера

Таблица 2. Разводка разъема XP2

Название	Назначение
IN	Вход частотомера, подключается источник сигнала
+Vcc	Напряжение +5 В, от DA2
SCL	Шина I2C, CLOCK
SDA	Шина I2C, DATA
GND	Земля, общий провод

На плате предусмотрено место под установку 6-ти контактного разъема программирования контроллера через SPI интерфейс.

При включении устройства на экране высвечивается номер ПО. Набор комплектуется микросхемой микроконтроллера с прошитым программным обеспечением версии NM8051.3.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ
(ПО версии NM8051.3)

При включении устройства на экране высвечивается номер ПО, а именно NM8051.3. Далее устройство переходит в режим измерения частоты. При быстрой перестройке измеряемой частоты показания прибора для наглядности обновляются с частотой 1 раз в 0,1 с обеспечивая при этом точность 10 Гц. При фиксации измеряемой частоты устройство автоматически переходит в режим измерения с частотой обновления показаний 1 раз в с с точностью 1 Гц.

В программе предусмотрена установка числовой константы, которая будет вычитаться или суммироваться с текущими показаниями прибора. При нажатии на кнопку TA2 на индикаторе высвечивается текущее значение константы. При нажатии на кнопку TA1 происходит переход устройства в режим установки значения константы. При повторном нажатии на TA1 осуществляется выбор текущего уста-

Таблица 3. *Перечень элементов цифровой шкалы – частотомера*

Позиция	Наименование	Примечание	Кол.
C1, C4, C12, C13	0,1 мкФ	Обозначение 104	4
C2	10 мкФ/16…50 В		1
C3	1000 мкФ/25 В		1
C5	1000 пФ	Обозначение 102	1
C6	10 пФ	Обозначение 100,10 или 10р	1
C7	47 мкФ/16…50 В		1
C8	1000 мкФ/16 В		1
C9	30 пФ	Обозначение 300,30 или 30р	1
C10	4.8…20 пФ	Подстроечный конденсатор CTC-05-20RA, синяя точка	1
C11	68 пФ	Обозначение 680,68 или 68р	1
DA1	7805	Интегральный стабилизатор напряжения на 5В, TO-220	1
DA2	LM311	Компаратор, DIP-8	1
DD1	AT90S2313	Микроконтроллер с программой, DIP-20	1
DD2	74HC164	8-ми разрядный сдвиговый регистр, DIP-14	1
HG1	АЛС-318А	9-ти сегментный светодиодный индикатор	1
R1, R3	100 Ом		2
R2, R8…R10	4,7 кОм		4
R4, R5, R7	10 кОм		3
R6	1 МОм		1
R11…R18	330 Ом		8
SW1		Переключатель движковый, угловой	1
TA1, TA2		Микрокнопка угловая	2
VD1	DB107	Диодный мост	1
VD2	1N4148	диод	1
XP1		Разъем питания Ж1.3мм	1
XP2		Разъем интерфейсный, 5-ти контактный	1
ZQ1	4.0 МГц	Кварцевый резонатор	1
	Штыревой разъем	3-х контактный, 2-х рядный	1
	Штыревой разъем	3-х контактный	1
	Штыревой разъем	4-х контактный	1
	Штыревой разъем	Угловой, 16-ти контактный	1
	Колодка DIP-8		1
	Колодка DIP-14		1
	Колодка DIP-20		1
	Корпус	BOX M-32	1



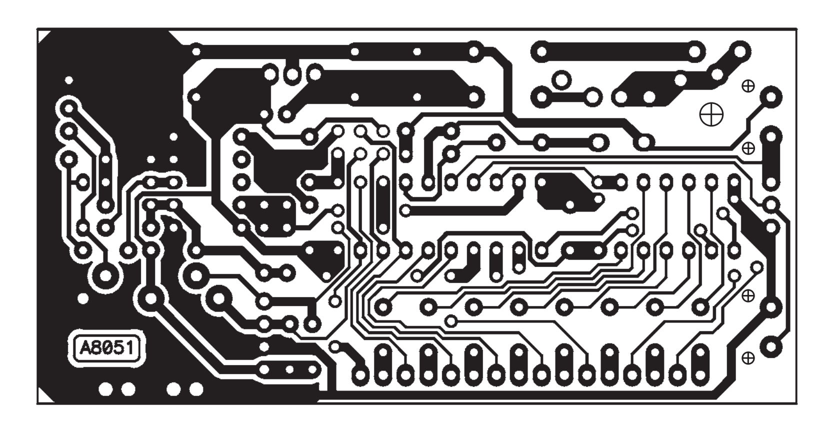


Рис. 3. *Печатная плата цифровой шкалы – частотомера (вид со стороны печати)*

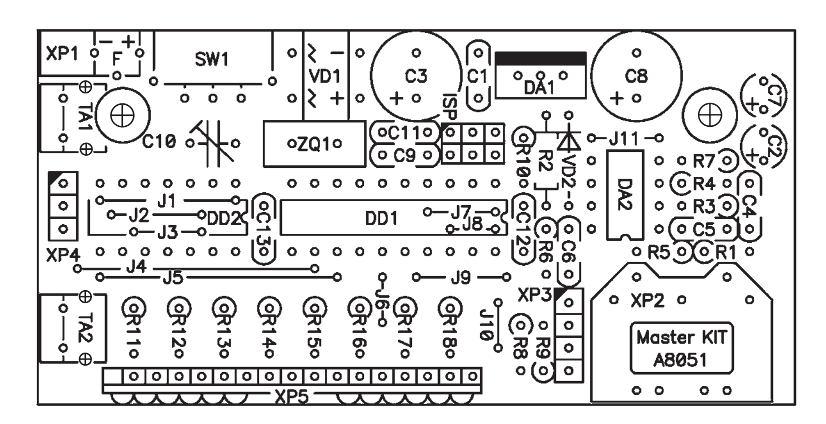


Рис. 4. *Расположение элементов на печатной плате цифровой шкалы – частотомера*

навливаемого разряда в константе (подсвечивается точкой), а кнопкой TA2 – выбор значения разряда константы в диапазоне 0…9. В последнем разряде устанавливается режим суммирования/вычитания константы с показаниями. При суммировании индикации нет, а при вычитании индицируется знак «–». Выход из режима установки происходит при нажатии на кнопку TA2 после установки режима суммирования/вычитания. Значение константы сохраняется в энергонезависимой памяти микроконтроллера и остается неизменным при отключении источника питания. Для индикации реального значения частоты необходимо установить значение константы равное ±0.

Внимание! *При первом включении устройства необходимо сразу выставить значение константы, в противном случае прибор функционировать не будет.*

Устройство поддерживает «горячее» подключение активного щупа NM8051/1, обеспечивающего деление входной частоты на 1000 и работающего в диапазоне частот 1 МГц…1,3 ГГц. При подключении щупа частотомер автоматически опознает его, программирует микросхему делителя и корректирует показания. Текущие показания прибора нужно умножать на 1000. При отключении щупа устройство переходит в обычный режим работы.

КОНСТРУКЦИЯ

Внешний вид устройства показан на рис. 2, печатная плата – на рис. 3, расположение элементов – на рис. 4.

Конструктивно частотомер выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Конструкция предусматривает установку платы в стандартный BOX M-32 или иной корпус, для этого на плате предусмотрены 2 монтажных отверстия Ж3 мм.

Перед установкой платы в корпус BOX M-32 в нем необходимо удалить две передние стойки. Также в корпусе необходимо сделать отверстия под разъем питания XP1, периферийный разъем XP2 и выпилить отверстие под выключатель питания SW1. На плате необходимо рассверлить штатные отверстия Ж3 мм до диаметра Ж6 мм. Перед индикатором, с внутренней стороны передней крышки, рекомендуется установить красный прозрачный светофильтр (оргстекло, пленка и т.д.) для уменьшения степени засветки показаний прибора и повышения удобства при их считывании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Мастер Кит» подготовил набор NM8051, состоящий из заводской печатной платы, корпуса BOX-M32, всех необходимых компонентов, руководства по сборке и настройке устройства.

Вся продукция «Мастер Кит» представлена на сайте www.masterkit.ru .